

DOCUMENTOS

242

Subsídios para plano de contingência da Banana Xanthomonas Wilt – BXW



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 242

Subsídios para plano de contingência da Banana Xanthomonas Wilt – BXW

*Leandro de Souza Rocha
Zilton José Maciel Cordeiro
Harllen Sandro Alves Silva
Fernando Haddad
Francisco Ferraz Laranjeira
(Autores)*

***Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2020***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Nome-síntese da Unidade Responsável

Endereço, endereço, endereço
Endereço, endereço, endereço
CEP, cidade, UF
Fone: número(s) de telefone(s)
Fax: número(s) de fax
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Adriana Villar Tullio Marinho

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Foto da capa
Guy Blomme

1ª edição
On-line (2020).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Subsídios para plano de contingência da Banana *Xanthomonas Wilt* – BXW.
Leandro de Souza Rocha... [et. al.]. – Cruz das Almas, BA : Embrapa
Mandioca e Fruticultura, 2020

32 p. il. ; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura, 242).

ISSN 1809-4996, 38.

1. Banana. 2. Doença de planta. I. Rocha, Leandro de Souza II. Cordeiro,
Zilton José Maciel III, Silva, Harllen Sandro Alves V. Haddad, Fernando VI.
Laranjeira, Francisco Ferraz VII. Título VIII.Série.

CDD 632.5

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro (CRB 5/1161)

© Embrapa, 2020

Autores

Leandro de Souza Rocha

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Zilton José Maciel Cordeiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Fitopatologia), pesquisador aposentado da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Harllen Sandro Alves Silva

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Fernando Haddad

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Francisco Ferraz Laranjeira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Apresentação

A bananicultura brasileira, cultivada em todo o território nacional, se destaca entre as cinco maiores do mundo. A cultura se destaca na fruticultura com grande impacto socioeconômico, gerando renda e empregos. Atualmente o cultivo brasileiro é baseado em cultivares do subgrupo Prata, com destaque a ‘Prata Anã’ (AAB) clone Gorutuba e Catarina e cultivares ‘Grande Naine’, ‘Nanica’ e ‘Nanicão’ pertencentes ao subgrupo Cavendish. Todas essas variedades são suscetíveis a Banana Xanthomonas Wilt (BXW), doença causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (Xcm). A doença (BXW) não está presente no Brasil, no entanto em países da África Oriental e Central, a presença dessa doença chega a causar perdas de 100% em cultivos de bananeira tipo ABB. No Brasil a *X. campestris* pv. *musacearum* é uma praga quarentenária ausente (PQA) e caso seja introduzida no país, pode acarretar grandes perdas para cadeia produtiva da banana. Com o objetivo de prevenir a entrada da praga em território brasileiro e garantir a sustentabilidade da bananicultura brasileira, esse documento apresenta subsídios para a criação de um plano de contingência para BXW. Ele traz informações detalhadas sobre a praga, sua distribuição geográfica e medidas para impedir sua chegada ao Brasil. Uma importante fonte de informações para tomadas de decisões voltadas a ações de defesa fitossanitária, por meio de políticas públicas.

Alberto Duarte Vilarinhos

Chefe-geral da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sumário

Introdução.....	9
Justificativa	9
Impacto Econômico	9
Informações Essenciais	10
Dados Gerais da Praga	10
Biologia e Ecologia	11
Potencial de Entrada	14
Distribuição Geográfica	14
Identificação da Praga e Danos.....	15
Sinais e Sintomas	16
Doenças Semelhantes.....	21
Delimitação de Pesquisa - Introdução e Disseminação de BXW.....	21
Opções de Exclusão, Erradicação e Manejo	24
Novas Pesquisas	26
Referências	27

Introdução

A Banana *Xanthomonas Wilt* (BXW), doença causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* (Xcm) é uma das principais restrições para o cultivo da bananeira (*Musa acuminata*), plátanos (*M. acuminata* x *balbisiana*) e variedades de *Ensete ventricosum* em países da África Oriental e Central. A falta de variedades de bananeira, plátanos e ensete, resistentes a Xcm coloca em risco a subsistência de milhões de pessoas, que dependem dessas culturas para sua alimentação (Hunduma et al., 2015). O patógeno ataca todas as cultivares de bananeira, e pode causar perdas de até 100%, principalmente em sistemas de produção onde predominam cultivares do tipo ABB (Nakato et al., 2014). Por isso, o objetivo desse trabalho é nortear a criação de um plano de contingência para BXW, uma praga ausente no Brasil.

Justificativa

A *X. campestris* pv. *musacearum* é uma praga quarentenária ausente (PQA) para o Brasil. Um plano de contingência para este patógeno deve ser preparado devido ao grande impacto socioeconômico que essa praga pode trazer para a bananicultura brasileira caso seja introduzida no país. A possibilidade de uma introdução da Xcm no Brasil ocorre, principalmente, por meio do contrabando de material vegetal de bananeira ou por hospedeiros alternativos infectados com Xcm e, de uma forma menos provável, devido à distância continental entre Brasil e África, que são os animais e insetos vetores.

Impacto Econômico

Nas porções Oriental e Central da África, onde *X. campestris* pv. *musacearum* está presente, BXW é a doença mais devastadora da bananeira, acarretando perdas econômicas superiores a 2 bilhões de dólares ao longo de uma década (Biruma et al., 2007; Nkuba et al., 2015; Tripathi et al., 2009). Considerando a importância mundial do Brasil como um dos maiores produtores de banana, com 6.675.100 toneladas produzidas em 2017, a presença de BXW potencializaria grandes perdas para a economia brasileira (IBGE, 2017).

Informações Essenciais

- Os sintomas mais característicos de BXW são a exsudação abundante de pus bacteriano nas folhas e no pseudocaule, quando eles são cortados, e o apodrecimento dos frutos.
- Os sintomas da murcha de *Xanthomonas* em bananeira e plátanos são semelhantes aos de outras murchas bacterianas (*blood disease*, Moko e bugtok) e da murcha de *Fusarium*.
- Não foi identificado nenhum genótipo comercial de bananeira com resistência à Xcm.
- Insetos vetores podem transmitir a Xcm.
- O período de incubação da bactéria pode variar de 5 a 16 meses.

Dados Gerais da Praga

Nome científico

- *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*

Classificação Taxonômica

- Bactéria: Proteobacteria; Gammaproteobacteria; Xanthomonadales; Xanthomonadaceae

Sinônimo

- *Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum*
- *Xanthomonas musacearum*

Nomes comuns

- Banana *Xanthomonas* Wilt
- Murcha Bacteriana da bananeira

- Enset Wilt
- Xanthomonas wilt of enset and banana

Biologia e Ecologia

Ciclo de vida

X. campestris pv. *musacearum* é uma bactéria que coloniza os tecidos da planta hospedeira de forma sistêmica. O movimento bacteriano pelos tecidos vasculares pode ocorrer de forma ascendente, quando a infecção se inicia nas raízes, no rizoma ou no pseudocaule da bananeira, e de forma descendente, se a infecção ocorrer na inflorescência (Smith et al., 2008). Após chegar ao rizoma da planta, a bactéria pode permanecer por longos períodos de incubação (5 a 16 meses), sem que a planta manifeste sintomas da doença (Ocimati et al., 2013). Uma vez estabelecida no rizoma da planta-mãe, a bactéria pode ou não causar doença nos perfilhos (Figura 1). Tripathi e Tripathi (2009) afirmam que, em solos infestados com Xcm, bananeiras não podem ser plantadas por pelo menos 6 a 8 meses, devido ao inóculo do patógeno estar presente (Vézina; Rouard, 2018). Entretanto, a sobrevivência saprofítica do patógeno no solo e em restos culturais, na presença de outros microrganismos, é limitada, não sendo observada a recuperação de nenhuma célula viável de Xcm após 21 dias da retirada de uma planta infectada, independente das condições de umidade do solo (Mwebaze et al., 2006). Em solo estéril, livre de outros microrganismos, apenas com a presença de Xcm, a bactéria consegue sobreviver por até 3 meses (Mwebaze et al., 2006).

Vetores

A infecção de Xcm via inflorescências é a principal forma de disseminação da doença em bananais, sendo os insetos potenciais vetores na transmissão da bactéria em condições de campo (Nakato et al., 2014; Eden-Green, 2004; Tinzaara et al., 2006a; Shimelash et al., 2008). O *Cosmopolites sordidus* (moleque da bananeira) foi relatado como potencial vetor de Xcm (Were et al., 2015). Xcm foi isolada de insetos de diferentes famílias, *Drosophilidae*, *Apidae*, *Lonchaeidae*, *Muscidae*, *Tephritidae* e *Vespidae*, coletados em

brácteas, flores ou cicatrizes das flores de bananeiras (Shimelash et al., 2008). Insetos das famílias *Drosophilidae* e *Apidae* aparecem com maior frequência nas inflorescências, porém não existem trabalhos conclusivos na literatura a respeito da transmissão dessa doença por esses insetos. Dentre os genótipos de *Musa*, os do Grupo Cavendish AAA apresentam maior atratividade às diferentes famílias de insetos, mas a morfologia de brácteas e flores persistentes desses materiais pode diminuir a taxa de infecção por Xcm devido à ausência de cicatrizes (Shimelash et al., 2008). Cultivares que apresentam maior teor de açúcar no néctar tornam-se mais atraentes para os potenciais insetos vetores (Kagezi et al., 2006). Outros organismos, como pássaros, ratos e morcegos, podem exercer importante papel na disseminação de Xcm dentro das plantações e entre elas (Karamura et al., 2008; Shimelash et al., 2008; Tinzaara et al., 2006b).

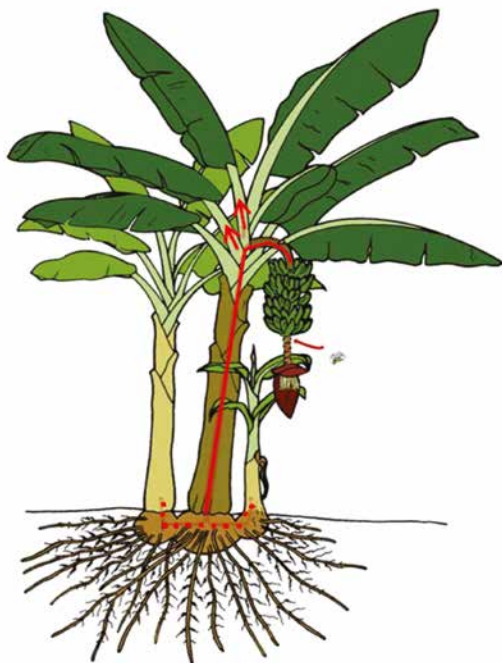


Figura 1. Fluxo da infecção de *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* em plantas infectadas via inflorescências, por meio de insetos vetores. A linha vermelha pontilhada indica que, uma vez no rizoma da planta-mãe, as bactérias podem ou não alcançar os perfilhos em quantidade suficiente para causar o desenvolvimento da doença.

Hospedeiros

Plantas pertencentes à família *Musaceae*, principalmente bananeira (*Musa acuminata*), plátanos (*M. acuminata* x *M. balbisiana*) e enset (*Ensete ventricosum*), podem ser infectadas pela Xcm (Nakato et al., 2018; Thwaites et al., 2000). Com exceção de *M. balbisiana*, todas as cultivares de bananeira são suscetíveis a Xcm (Ssekiwoko et al., 2006a; Tripathi; Tripathi., 2009). Plantas de *Canna orchoides* apresentaram sintomas de BXW de 4 a 6 semanas após a inoculação com Xcm, podendo ser um potencial hospedeiro alternativo (Ashagari et al., 1985). Outras possíveis hospedeiras alternativas de Xcm, observadas a partir de inoculação artificial, são *Canna indica*, *Musa zebrina*, *M. ornata*, *Canna lily* (*Canna* x *generalis*), milho, sorgo e cana-de-açúcar (Aritua et al., 2008; Ssekiwoko et al., 2006b). Plantas assintomáticas em campos também funcionam como potenciais reservatórios de inóculo.

Disseminação

No campo, a disseminação dentro e entre plantações ocorre principalmente por insetos vetores, mas não há estudos que comprovem as distâncias que os insetos vetores de Xcm disseminam o patógeno. Estudos indicam que a Xcm pode sobreviver dentro do moleque da bananeira, o qual, ao se alimentar, pode disseminar o patógeno dentro do bananal (Were et al., 2015). As cicatrizes das brácteas masculinas são os principais pontos de entrada para as infecções de Xcm mediadas por insetos vetores (Nakato et al., 2014). O uso de ferramentas nos tratos culturais e na colheita é outro mecanismo importante na disseminação local do patógeno (Eden-Green, 2006). Surtos esporádicos de BXW em áreas onde são realizados os tratos culturais têm sido relacionados ao uso de ferramentas agrícolas contaminadas (Tushemereirwe et al., 2006). Em aço inoxidável, a Xcm pode sobreviver por até 20 dias, enquanto que, em aço não inoxidável, esse período é reduzido para seis dias (Buregyeya et al., 2008).

A dispersão do patógeno pelo solo é possível, mas provavelmente de baixa significância, para a disseminação da doença (Mwangi et al., 2006; Mwebaze et al., 2006). A chuva deve ser considerada um importante fator na disseminação de Xcm a curta distância (Shimwela et al., 2016). O patógeno pode ser disseminado pelos restos culturais (Mwebaze et al., 2006;

Ssekiwoko et al., 2006b). À longa distância, o uso de material propagativo infectado (mudas de rizoma) é o principal meio de disseminação (Karamura et al., 2008).

Potencial de Entrada

A partir da infecção da planta hospedeira, a bactéria, de forma sistêmica, pode ou não chegar até os perflhos (Vézina; Rouard, 2018). Dentro dos perflhos, pode haver um período de incubação do patógeno superior a um ano sem que a hospedeira manifeste quaisquer sintomas (Ocimati et al., 2013). O longo período de incubação pode fazer com que mudas infectadas sejam disseminadas para novas áreas indenese. A introdução via hospedeiras alternativas, como plantas ornamentais do gênero *Ensete*, insetos vetores, abelhas, pássaros e material propagativo infectado importado sem passar pelo processo de quarentena ou contrabandeado são riscos potenciais a serem considerados na introdução da doença.

Distribuição Geográfica

BXW está atualmente restrita à África e presente nos seguintes países: Burundi, Etiópia, República Democrática do Congo, Quênia, Ruanda, Tanzânia e Uganda (Nakato et al., 2018). Apesar de registros de uma doença bacteriana acometendo plantas de ensete, com sintomas típicos de Xcm, descrita no final da década de 1930 (Castellani, 1939), o primeiro relato da doença foi realizado em 1968 em ensete, na Etiópia (Yirgou e Bradbury, 1968). A doença em bananeira foi descrita pela primeira vez na província de Kaffa e, mais tarde, relatada em áreas quentes e úmidas de outras províncias (Yirgou e Bradbury, 1974). Após o primeiro relato de *Xanthomonas wilt* em 1968, na Etiópia, novo relato só foi feito 33 anos após, em 2001, no distrito de Mukono, no centro de Uganda (Tushemereirwe et al., 2004). Entretanto, após o registro em Uganda, em apenas seis anos, a doença foi relatada em outros quatro países da África Oriental e um país da África Central (Tabela1).

Tabela 1. Distribuição de *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* relatada na África Central e na Oriental.

Região	Países	Referências
África Oriental	Burundi	Carter et al., 2010
	Etiópia	Yirgou e Bradbury, 1968
	Quênia	Mbaka et al., 2009; Carter et al., 2010
	Ruanda	Reeder et al., 2007
	Tanzânia	Carter et al., 2010
	Uganda	Tushemereirwe et al., 2004
África Central	República Democrática do Congo	Ndungo et al., 2006

Identificação da Praga e Danos

Descrição da espécie / morfologia

Xanthomonas campestris pv. *musacearum* é uma bactéria gram-negativa, aeróbica, com formato de bastonete simples com dimensões de 0,7–0,9 µm x 1,8–2,0 µm, possuindo um flagelo polar (Bradbury, 1986). Em meio nutriente ágar, o crescimento ótimo é estabelecido em temperatura de 25 a 28 °C, produzindo colônias amarelas, mucoides, circulares e convexas após 3 dias de incubação (Ssekiwoko et al., 2006b). A coloração amarela é característica do gênero *Xanthomonas* à presença de xantomonadinas (Holt et al., 1994; Bradbury, 1986). Xcm inoculada em folhas de tabaco induz uma reação de hipersensibilidade (HR) e, nos testes bioquímicos, apresenta resultados negativos para oxidase, tirosinase, redução de nitrato, hidrólise de amido, gelatinase, e não acumula ácido poli-β-hidroxibutírico (Bradbury, 1986). Por meio da análise de éster metílico de ácido graxo e evidências genéticas e genômicas, foi demonstrado que Xcm está mais relacionada com *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* (Xvv) e *X. vasicola* pv. *holcicola* (Xvh) do que *X. campestris* (Aritua et al., 2008; Parkinson et al., 2009). Estudos de sequenciamento genômico revelaram que o

Xcm, geneticamente monomórfico, possui duas sub-linhagens principais (Wasukira et al., 2012, 2014), corroborando com os estudos de Aritua et al. (2008). Apesar da validação desses estudos, a renomeação proposta de Xcm para *X. vasicola* pv. *musacearum* não foi validada devido à falta de estudos de patogenicidade (Aritua et al., 2008).

Sinais e Sintomas

A BXW, em condições favoráveis, manifesta seus sintomas típicos dentro de três a quatro semanas em campo e de duas a três semanas após a inoculação em casa de vegetação (Tripathi et al., 2008). Em plantas infectadas antes da floração, o amarelecimento progressivo inicia pela ponta da folha em direção ao pecíolo (Karamura et al. 2008; Tushemereirwe et al., 2004; Vézina; Bergh, 2018). (Figura 2).

Foto: Guy Blomme, Bioversity International



Figura 2. Sintomas de BXW bananeira infectada antes do florescimento. Murcha e amarelecimento da folha com quebra da nervura central.

Em plantas com inflorescência, os primeiros sintomas da transmissão de Xcm por insetos são o escurecimento e a podridão seca do coração, que progride das brácteas externas para toda ráquis (Figura 3). Os frutos apresentam maturação irregular, prematura e apodrecem, tornando-se endurecidos e com polpa marrom a preta (Figura 3-4). Após o apodrecimento, os frutos permanecem aderidos ao cacho (Figura 5) (Karamura et al. 2008; Tushemereirwe et al., 2004; Vézina; Bergh, 2018).



Foto: Pascale Lepoint, Bioversity International

Figura 3. Sintomas de BXW em bananeira infectada após o florescimento. Maturação prematura e irregular dos frutos, murcha e apodrecimento da inflorescência (coração e ráquis).

Fonte: *Xanthomonas*, 2020.

Foto: Pascale Lepoint, Bioversity International



Figura 4. Frutos com sintoma típico de BXW. Apodrecimento e descoloração interna da polpa, variando de marrom a preto.

Fonte: *Xanthomonas*, 2020.

Foto: Guy Blomme, Bioversity International



Figura 5. Sintomas de BXW em frutos. Frutos apodrecidos permanecem aderidos ao cacho.

A partir do corte transversal do pseudocaule, é possível observar uma coloração amarelo-laranja dos tecidos vasculares e a liberação de pus bacteriano, após 5 a 30 minutos, dependendo da turgidez da planta (Figura 6) (Karamura et al., 2008; Vézina e Bergh, 2018). Dependendo da forma como a planta foi infectada, os sintomas aparecem em áreas distintas do pseudocaule (Figura 7 e 8). O exsudado bacteriano amarelo pode ser visto em qualquer parte da planta infectada.



Foto: Guy Blomme, Bioversity International

Figura 6. Corte transversal de pseudocaule de planta infectada com *X. campestris* pv. *musacearum*, liberando exsudado bacteriano.

Fonte: *Xanthomonas*, 2020.

Foto: Guy Blomme, Bioversity International



Figura 7. Pseudocaule de bananeira com amarelecimento dos feixes vasculares, exceto o cilindro central. Sintomas característicos da infecção por meio de ferimentos no rizoma, pseudocaule, folha ou via sistêmica, a partir da planta-mãe infectada.

Fonte: *Xanthomonas vasicola*, 2020

Foto: Guy Blomme, Bioversity International



Figura 8. Pseudocaule de bananeira com amarelecimento do cilindro central. Sintoma característico da infecção via inflorescência.

Fonte: *Xanthomonas vasicola*, 2020

Doenças Semelhantes

Os sintomas foliares de Xcm, quando na ausência de outros sintomas, podem ser confundidos com os da murcha de Fusarium, ocasionados pela infecção do fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). Entretanto, em plantas infectadas por Foc, o amarelecimento das folhas normalmente progride das mais velhas para as mais novas, e as folhas murchas podem quebrar no pecíolo e permanecerem aderidas ao pseudocaule. Em plantas afetadas por *Xanthomonas*, a murcha e o amarelecimento podem começar em qualquer folha e as folhas infectadas tendem a quebrar ao longo da nervura central do limbo foliar. Os sintomas observados na fruta e inflorescência se assemelham aos de outras murchas bacterianas.

Delimitação de Pesquisa – Introdução e Disseminação de BXW em Áreas Indenes

Potencial de entrada – Delimitação de área pós-introdução de BXW

O caminho percorrido por Xcm até chegar à Uganda a partir da Etiópia é desconhecido. A distribuição espacial dos plantios de bananeira desses países e a ausência dos prováveis hospedeiros selvagens entre os territórios pressupõem que a disseminação ocorreu à longa distância por meio de material propagativo de bananeira infectada e não pela disseminação progressiva (Smith et al., 2008). Já para regiões onde o plantio da hospedeira é contínuo, a movimentação de ferramentas, maquinários, material vegetativo de bananeira e insetos vetores pode ser potencial fonte de introdução da doença. Informações básicas sobre o ciclo da doença, incluindo sobrevivência e disseminação são informações essenciais na delimitação da área total após a introdução da doença. Vale ressaltar que recursos financeiros, pessoal qualificado, logística e as normativas são fatores que influenciam no tempo de delimitação da área afetada. Em regiões adequadas para cultivo de bananeira, as condições ambientais tendem a ser propícias ao estabelecimento do patógeno, e, com isso, diminui o tempo para a manifestação da doença

(Smith et al., 2008). Em todos os países afetados por BXW, tem sido evidente a rápida disseminação localizada. Por isso, a localização do bananal com foco inicial da doença, deve ser determinada o mais rápido possível, para que outros fatores passíveis de estudos após a entrada da doença, como vias de dispersão e distribuição espacial de hospedeiros perto do foco inicial, possam ser avaliados para estabelecer a área de delimitação para tentar barrar a disseminação de BXW.

Potencial de Estabelecimento e Disseminação

O favorecimento à disseminação do patógeno em cultivo intensivo é evidente em polos de produção de banana dos países que fazem fronteira com a Uganda (Smith et al., 2008). O grau de suscetibilidade das cultivares tem impacto direto no estabelecimento e na disseminação. Com isso, em áreas indenes, a prevalência regional de cultivares altamente suscetíveis e mais predispostas à infecção floral por insetos vetores estimulará a propagação da doença (Smith, 2007; Mwangi. Nakato, 2007). A Xcm é transmitida entre cultivares de bananeira do grupo ABB preferencialmente por insetos, enquanto que, em cultivares do grupo AAA, as ferramentas de trabalho exercem papel principal na disseminação (Karamura et al., 2008). As condições climáticas influenciam a distribuição dos potenciais vetores e, conseqüentemente, podem afetar a disseminação da doença.

Inspeção

A confirmação de uma suspeita de BXW deve ser investigada de forma que a inspeção não contribua para a disseminação da doença. Para isso, informações que ajudarão nesse processo são listadas a seguir:

- Antes de iniciar qualquer investigação em uma área, obtenha a permissão do proprietário.
- Verifique se a área a ser analisada apresenta alguma restrição de entrada com relação à aplicação de produtos químicos.
- Verifique se há algum processo de quarentena em vigor. Caso haja, todos e quaisquer requisitos de quarentena devem ser realizados.

- Medidas rigorosas devem ser tomadas após a visita à área e/ou a coleta de material, como realizar a desinfestação de calçados e ferramentas utilizadas na coleta de material, com solução de amônia quaternária (15% i.a) ou solução de hipoclorito de sódio 10%, para prevenir a disseminação de Xcm e outras pragas.
- Vestimentas devem ser usadas e trocadas de um local para outro.
- Restringir o acesso de pessoas e o trânsito de maquinário na área pesquisada.

Inspeção visual, Coleta e Diagnóstico

Sintomas característicos de BXW podem facilitar a identificação de plantas doentes no campo. No entanto, a ausência de sintomas em plantas infectadas pode ocorrer devido ao longo período de incubação de Xcm. Por isso, nem sempre a ausência de sintomas pode ser interpretada como planta livre de Xcm. Após a avaliação visual e a identificação de plantas sintomáticas no plantio, amostras devem ser coletadas para isolamento e posterior análise molecular, para confirmar a presença da doença de forma segura. A coleta deve ser realizada de plantas sintomáticas, com retirada de tecido vegetal apresentando sintoma e/ou sinal do patógeno. A planta coletada deve ser marcada, de preferência com registro das coordenadas geográficas. Para a obtenção da bactéria, é recomendado o isolamento a partir do engajo de planta infectada, conforme metodologia a seguir (Smith et al., 2008).

Metodologia

No laboratório, os fragmentos do material vegetal (2-3 mm³), com sintomas iniciais de BXW devem ser retirados assepticamente da região interna do engajo e colocados em 1 mL de água destilada, esterilizada por 5 minutos. A partir da suspensão bacteriana presente na água, é realizado o isolamento em meio de cultura nutriente ágar (NA). Esse meio de cultura, com baixo teor de açúcar, é mais adequado, pois reduz o crescimento excessivo de microrganismos saprófitos. Após 48 horas de incubação, a 27-30°C, a colônia de Xcm deve ser repicada para garantir a pureza do isolado. Na repicagem, a utilização de um meio mais rico, como YDCA (extrato de levedura 10 g,

dextrose 20 g, carbonato de cálcio 20 g, ágar 20 g e água destilada 1000 mL) promove o melhor crescimento da colônia bacteriana e protege contra a acidificação do meio, por isso deve ser priorizado. Para o isolamento seletivo de Xcm de plantas infectadas, insetos vetores e solo, pode-se optar pela utilização de meios de cultura semisseletivos (Mwangi et al., 2007; Tripathi et al., 2007). Na identificação de Xcm, vários métodos, sorológicos e moleculares, estão disponíveis para serem utilizados na detecção rápida em campo e no diagnóstico preciso com uso de *primers* específicos para espécie e patovar (Adriko et al., 2012; Hodgetts et al., 2014; 2015; Nakato et al., 2013). A presença de um fitopatologista na equipe de pesquisa que tenha conhecimento do patossistema é fundamental para assegurar a eficiência de todo processo.

Opções de Exclusão, Erradicação e Manejo

A introdução da doença em um novo território implica no desenvolvimento de novas pesquisas. Entender a biologia e a epidemiologia do patógeno nesse novo ambiente torna-se necessário para garantir o sucesso da erradicação ou manejo. Informações da literatura determinam um caminho a ser seguido, mas mudanças podem ser necessárias. As opções de erradicação e manejo apresentadas aqui são baseadas em estudos nos quais a doença está presente. Contudo, a ação das condições edafoclimáticas, altitude, variedades, manejo da cultura e presença de insetos vetores inerentes a esse novo ambiente vão interferir diretamente sobre o manejo a ser adotado para BXW.

Exclusão

Prevenir a entrada de Xcm em área livre é a principal medida a ser adotada. Para isso, medidas de conscientização sobre a ameaça e os prejuízos da chegada de BXW e a mobilização de recursos financeiros e treinamentos para atender as necessidades de fiscalização são necessários. As medidas adotadas devem ser em nível internacional, regional e em propriedades, para evitar o trânsito de plantas e garantir o uso de material propagativo certificado. A capacidade de disseminação por insetos vetores pode interferir na exclusão de Xcm quando há fonte de inóculo próxima.

Erradicação

A gama de hospedeiros de Xcm relatada até o momento é restrita, entretanto a alta capacidade de disseminação da doença pode dificultar sua erradicação. Deve-se estabelecer um sistema de vigilância e aviso por meio de um plano de monitoramento nacional e regional para identificar focos iniciais de BXW. Após a identificação do primeiro foco da doença, a área deve ser interditada e colocada em quarentena, para que medidas de erradicação do patógeno sejam empregadas. Partes interessadas no processo devem ser identificadas e treinadas no uso de medidas quarentenárias. Metodologias de diagnóstico devem estar validadas e implantadas em laboratórios competentes.

Manejo

A falta de variedades resistentes a BXW) e a adoção inconsistente das opções de manejo recomendadas facilita a disseminação de BXW no espaço e no tempo (Tripathi et al., 2017; Shimwela et al., 2016). Práticas de manejo adotadas para as doenças Moko e Bugtok, causadas por *Ralstonia solanacearum*, podem ser empregadas para o manejo de Xcm. As principais medidas de manejo aplicadas na redução da incidência da doença são culturais. O monitoramento contínuo de plantações e a remoção apenas de plantas sintomáticas impede a disseminação da doença e a infecção dos perfilhos (Kubiriba et al., 2012). Como a infecção de Xcm nem sempre chega até os perfilhos fisicamente conectados à planta doente, esse método diminui a disseminação da doença e evita a redução do estande de plantas. Para redução de inóculo e maior eficiência no manejo de BXW, recomenda-se retirar toda touceira onde a planta sintomática foi identificada e enterrar (Blomme et al. 2017). Estudos com o desenvolvimento de plantas transgênicas vêm demonstrando resultados promissores para resistência à Xcm (Namukwaya et al., 2012; Nordling, 2010; Tripathi et al., 2010; 2013; 2014). A aplicação de silício aumenta a resistência a BXW e pode integrar um sistema de manejo para a doença, assim como a retirada do coração após a formação da última penca para reduzir a infecção por insetos vetores via inflorescência e diminuir a disseminação da doença (Mburu et al., 2016; Blomme et al., 2005; Ssekiwoko et al., 2006b; Turyagyenda et al., 2006). Ferramentas utilizadas em plantas sintomáticas devem ser desinfestadas em amônia quaternária (15% i.a) ou em solução de hipoclorito (10%) antes de serem utilizadas em outras

plantas. Deve-se evitar o uso compartilhado de ferramentas e maquinários em áreas com BXW. Deve-se também utilizar material propagativo certificado e evitar o uso de mudas de rizoma oriundas de áreas com BXW. O uso de controle biológico integrado com outros métodos tem sido feito em diferentes patossistemas e apresentado bons resultados. Sua utilização no manejo de BXW pode ser eficiente na redução da incidência da doença e diminuir perdas na produção de banana. No entanto, a prospecção de barreiras biológicas ainda é necessária para selecionar antagonistas eficientes à Xcm. Não existe manejo químico eficiente para BXW e o desenvolvimento de cultivares de bananeira, resistentes à Xcm, é prioridade na busca de soluções tecnológicas para manejar a doença.

Novas Pesquisas

Os estudos do patossistema têm sido desenvolvidos em decorrência da região onde a doença está presente, concentrando esforços na triagem de germoplasma e no manejo da doença. O desenvolvimento de cultivares resistentes continua sendo prioridade e, para isso, estudos mais detalhados da interação planta patógeno são necessários, e novas pesquisas devem ser priorizadas para:

- Compreender os mecanismos de resistência à murcha de *Xanthomonas*.
- Determinar a variabilidade genética e a evolução do patógeno.
- Estabelecer uma base genética de resistência.
- Compreender a sobrevivência e a interação do patógeno no solo e com os insetos vetores.

Outras áreas de pesquisa que também demandam estudos são:

- Biocontrole.
- Uso de herbicidas no manejo da doença.
- Marcadores moleculares para diagnóstico.
- Aspectos socioeconômicos.
- Manejo integrado da doença.

Referências

- ADRIKO, J.; ARITUA, V.; MORTENSEN, C. N.; TUSHEMERIRWE, W. K.; KUBIRIBA, J.; LUND, O. S. Multiplex PCR for specific and robust detection of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in pure culture and infected plant material. **Plant Pathology**, v.61, p. 489–497, 2012.
- ARITUA, V.; PARKINSON, N.; THWAITES, R.; HEENEY, J. V.; JONES, D. R.; TUSHEMERIRWE, W.; SMITH, J. Characterization of the *Xanthomonas* sp. causing wilt of enset and banana and its proposed reclassification as a strain of *X. vasicola*. **Plant Pathology**, v.57, n.1, p.170-177, 2008.
- ASHAGARI, D. Studies on the bacterial wilt of enset (*Ensete ventricosum*) and prospects for its control. **Ethiopian J. Agric. Sci.**, v 7.p. 1-14, 1985.
- BIRUMA, M.; PILLAY, M.; TRIPATHI, L.; BLOMME, G.; ABELE, S.; MWANGI, M.; BANDYOPADHYAY, R.; MUCHUNGUZI, P.; KASSIM, S.; NYINE, M.; TURYAGYENDA, L.; EDEN-GREEN, S. Banana *Xanthomonas* wilt: a review of the disease, management strategies and future research directions. **African Journal of Biotechnology**, v.6, v.8, 2007.
- BLOMME, G.; MUKASA, H.; SSEKIWOKO, F.; EDEN-GREEN, S. On-farm assessment of banana bacterial wilt control options. **African Crop Science Conference Proceedings**, v. 7, p. 317-320, 2005.
- BLOMME, G.; OCIMATI, W.; SIVIRIHAUMA, C.; VUTSEME, L.; MARIAMU, B.; KAMIRA, M.; VAN SCHAGEN, B.; EKBOIR, J. NTAMWIRA, JA control package revolving around the removal of single diseased banana stems is effective for the restoration of *Xanthomonas* wilt infected fields. **Eur. J. Plant. Pathol.** p.1–16, 2017.
- BRADBURY, J. F. Guide to Plant Pathogenic Bacteria,. Kew: **CAB International Mycological Institute**, p. 198–260, 1986.
- BUREGYEYA, H. G.; TUSIIME, J.; KUBIRIBA, J.; TUSHMERIRWE, W. K. Evaluation of distant transmission of banana bacterial wilt in Uganda. Paper presented at the conference on Banana and Plantain in Africa. **Harnessing International Partnerships to Increase Research Impact**, Mombasa, Kenya, p. 5–9October, 2008.
- CARTER, B. A.; REEDER, R.; MGENZI, S. R.; KINYUA, Z. M.; MBAKA, J. N., Doyle, K.; IVEY, M. L. Identification of *Xanthomonas vasicola* (formerly *X. campestris* pv. *musacearum*), causative organism of banana xanthomonas wilt, in Tanzania, Kenya and Burundi. **Plant Pathology**, v.59, n.2, p.403-403, 2010.
- CASTELLANI, E. Su un marciume dell'ensete. **L'Agric. Coloniale**. Firenze, p.33-297-300. 1939.
- EDEN-GREEN, S. 2004. How can the advance of banana *Xanthomonas* wilt be halted? **InfoMusa**, v.13, n.2, p. 38 -41.
- EDEN-GREEN, S. J. Banana Bacterial Wilt: comparison, contrasts and constraints. In: SADDLER, G.; ELPHINSTONE, J. SMITH, J. (ed.) **Programme and Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium**, 17th-20th July 2006, The Lakeland Conference Centre, Central Science laboratory, York, UK, p. 55. 2006.

HODGETTS, J.; HALL, J.; KARAMURA, G.; GRANT, M.; STUDHOLME, D. J.; BOONHAM, N.; KARAMURA, E.; SMITH, J. J. Rapid, specific, simple, in-field detection of *Xanthomonas campestris* pathovar *musacearum* by loop-mediated isothermal amplification. **J. App. Microbiol.** v. 119, p.1651–1658, 2015.

HODGETTS, J.; KARAMURA, G.; JOHNSON, G.; HALL, J.; PERKINS, K.; BEED, F.; NAKATO, V.; GRANT, M.; STUDHOLME, D. J.; BOONHAM, N.; SMITH, J. Development of a lateral flow device for in field detection and evaluation of PCR based diagnostic methods for *Xanthomonas campestris* pathovar *musacearum*, the causal agent of banana Xanthomonas wilt. **Plant Pathol.** v.64, p.559–567, 2014.

HOLT, J. G.; KRIEG, N. R.; SNEATH, P. H. A.; STALEY, J. T.; WILLIAM, S. T. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**, 9th edn. London: Williams & Wilkins, 1994.

HUNDUMA, T.; SADESSA, K.; HILU, E.; OLI, M. Evaluation of enset clones resistance against enset bacterial wilt disease (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*). **J. Vet. Sci. Technol.**, v.6, n.232, 2015.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 28 nov. 2018.

KAGEZI, G. H.; KANGIRE, A.; TUSHEMERIRWE, W.; BAGAMBA, F.; KIKULWE, E.; MUHANJI, J.; GOLD, C. S.; RAGAMA, P. Banana Bacterial wilt incidence in Uganda. **African Crop Science Journal.**, v. 14, p.83-91, 2006.

KARAMURA, E. B.; TURYAGYENDA, F. L.; TINZARA, W.; BLOMME, G.; MOLINA, A.; MARKHAM, R. **Xanthomonas wilt of bananas in East and Central Africa**: diagnostic and management guide: bioversity international, Uganda. INIBAP, 2008.

KUBIRIBA, J.; KARAMURA, E. B.; JOGO, W.; TUSHEMERIRWE, W. K. TINZAARA, W. Community mobilization: a key to effective control of banana Xanthomonas wilt. **J. Dev. Agric. Econ.**, v. 4, p.125–131, 2012.

MTAKA, J. N.; NAKATO, V. G.; AUMA, J.; ODERO, B. Status of banana Xanthomonas wilt in western Kenya and factors enhancing its spread. **African Crop Science**: conference Proceedings, v.9, p.673-676. 2009.

MBURU, K.; ODUOR, R.; MGUTU, A.; TRIPATHI, L. Silicon application enhances resistance to Xanthomonas wilt disease in banana. **Plant Pathol.**, v. 65, p.807–815, 2016.

MWANGI, M. BANDYOPADHYAY, R.; TUSHEMERIRWE, W., RAGAMA, P. Developing technologies to support replanting of banana to rehabilitate farms affected by Xanthomonas wilt. In: SADDLER, G.; ELPHINSTONE, J. SMITH, J. (ed.) **Programme and Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium**, 17th- 20th July 2006, The Lakeland Conference Centre, Central Science laboratory, York, UK, p. 63. 2006.

MWANGI, M.; MWEBAZE, M.; BANDYOPADHYAY, R.; ARITUA, V., EDEN-GREEN, S.; TUSHEMERIRWE, W.; SMITH, J. Development of a semiselective medium for isolating *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* from insect vectors, infected plant material and soil. **Plant Pathology**, v.56, n.3, p.383-390, 2007.

MWANGI, M.; NAKATO, V. Key factors responsible for the xanthomonas wilt epidemic on banana in East and Central Africa. In: International Symposium on Banana. **ISHS-ProMusa**

Symposium on Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable, v.828,p. 395-404, 2007.

MWEBAZE, J. M.; TUSHME, G.; TUSHEMERIRWE, W. Kubiriba, J. The survival of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in soil and plant debris. **African Crop Science Journal**, v. 14, n.2, p.121-127, 2006.

MWEBAZE, J. M.; TUSIME, G.; TUSHEMERIRWE, W. K.; KUBIRIBA, J. Survival of the banana bacterial wilt pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in soil and plant debris. In: Saddler, G., Elphinstone, J. and Smith, J. (eds) **Programme and Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium**, 17th-20th July 2006, The Lakeland Conference Centre, Central Science laboratory, York, UK, p. 62. 2006.

NAKATO, G.V., AKINBADE, S.A., Kumar, L., Bandyopadhyay, R. and Beed, F. Development of ELISA for the detection of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, the causal agent of BXW: banana *Xanthomonas* wilt. In: BLOMME, G.; VAN ASTEN, P.; VANLAUWE, BH (ed.) **Banana Systems in the Humid Highlands of Sub-Saharan Africa: Enhancing Resilience and Productivity**, p. 93–101. Wallingford, Oxfordshire: CABI. 2013.

NAKATO, G. V.; OCIMATI, W.; BLOMME, G.; FIABOE, K. K. M.; BEED, F. Comparative importance of infection routes for banana *Xanthomonas* wilt and implications on disease epidemiology and management. **Canadian journal of plant pathology**, v.36, n.4, p.418-427, 2014.

NAKATO, V.; MAHUKU, G.; COUTINHO, T. *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*: a major constraint to banana, plantain and enset production in central and east Africa over the past decade. **Molecular plant pathology**, v.19, n.3, p.525-536, 2018.

NAMUKWAYA, B.; TRIPATHI, L.; TRIPATHI, J. N.; ARINAITWE, G.; MUKASA, S. B. and Tushemereirwe, W.K. Transgenic banana expressing Pflp gene confers enhanced resistance to *Xanthomonas* wilt disease. **Trans. Res.**, v. 21, p.855–865, 2012.

NDUNGO, V.; EDEN-GREEN, S.; BLOMME, G.; CROZIER, J.; SMITH, J. Presence of banana *xanthomonas* wilt (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*) in the Democratic Republic of Congo (DRC). **Plant Pathology**, v. 55, 294, 2006.

NORDLING, L. Uganda prepares to plant transgenic bananas. **Nat News**, 2010. Disponível em: <http://www.nature.com/news/2010/101001/full/news.2010.509.html> Acesso em 13 jul.2017.

NKUBA, J.; TINZAARA, W.; NIGHT, G.; NIKO, N.; JOGO, W.; NDYETABULA, I., MUKANDALA, L.; NDAYIHAZAMASO, P.; NIYONGERE, C.; GAIDASHOVA, S.; RWOMUSHANA, I.; OPIO, F.; KARAMURA, E. Adverse impact of banana *Xanthomonas* wilt on farmers' livelihoods in Eastern and Central Africa. **Afr. J. Plant Sci.** v.9, p.279–286, 2015.

OCIMATI, W.; SSEKIWOKO, F.; KARAMURA, E.; TINZAARA, W.; EDEN-GREEN, S.; BLOMME, G.). Systemicity of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* and time to disease expression after inflorescence infection in East African highland and Pisang Awak bananas in Uganda. **Plant Pathology**, v.62, n.4, p.777-785, 2013.

PARKINSON, N.; COWIE, C.; HEENEY, J.; STEAD, D. Phylogenetic structure of *Xanthomonas* determined by comparison of *gyrB* sequences. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.59, n.2, p.264-274, 2009.

REEDER, R. H.; MUHINYUZA, J. B.; OPOLOT, O.; ARITUA, V.; CROZIER, J.; SMITH, J. Presence of banana bacterial wilt (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*) in Rwanda.

Plant Pathology, v.56, n. 6, p.1038-1038, 2007. Disponível em: <http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2007/2007-01.asp>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SHIMELASH, D.; ALEMU, T.; ADDIS, T.; TURYAGYENDA, L.; BLOMME, G. Banana *Xanthomonas* wilt in Ethiopia: occurrence and insect vector transmission. **African Crop Science Journal**, v.16, n.1, 2008.

SHIMWELA, M. M.; BLACKBURN, J. K.; JONES, J. B.; NKUBA, J.; NAROUËI-KHANDAN, H. A.; PLOETZ, R. C.; BEED, F.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Local and regional spread of banana *Xanthomonas* wilt (BXW) in space and time in Kagera, Tanzania. **Plant Pathol.**, v.66, p.1003–1014., 2016.

SMITH, J. J.; DR JONES, E.; KARAMURA, G.; BLOMME, F.L. Turyagyenda: an analysis of the risk from *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* to banana cultivation in Eastern, Central and Southern Africa. **Bioversity International, Montpellier, France**. 2008.

SMITH, J. **Summary of a workshop entitled 'Expert Consultation on Progressing the Road Map for the Control of Banana *Xanthomonas* Wilt in Uganda and across East Africa; hosted at Central Science Laboratory, York UK, 24-27th July 2006, 2007.**

SSEKIWOKO F.; BATTE M.; TUSHEMERIRWE W.; RAGAMA, P. E. Kumakech A. Reaction of banana germplasm to inoculation with *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*. **African Crop Science Journal**, v.14, n.2, 2006a.

SSEKIWOKO, F.; TALIGoola, H. K.; TUSHEMERIRWE, W. K. 2 *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* host range in Uganda. **African Crop Science Journal**, v. 14, p.111-120. 2006b.

THWAITES, R.; EDEN-GREEN, S.; BLACK, R. Diseases caused by bacteria. In: JONES, D. R. (ed.). **Diseases of Banana, Abaca and Enset Wallingford**, Oxfordshire: CABI, p. 213–240, 2000.

TINZAARA, W.; GOLD, C. S.; SSEKIWOKO, F.; TUSHEMERIRWE, W. K., BANDYOPADHYAY, R.; ABERA, A.; EDEN GREEN, S. J. Role of insects in the transmission of banana bacterial wilt. Banana bacterial wilt in Uganda: a disease that threatens livelihoods. **African Crop Science Journal**, v.14, p.105–110, 2006a.

TINZAARA, W.; GOLD, C. S.; SSEKIWOKO, F.; TUSHEMERIRWE, W.; BANDYOPADHYAY, R.; EDEN-GREEN, S. J. The possible role of insects in the transmission of banana *Xanthomonas* wilt. In: SADDLER, G.; ELPHINSTONE, J.; SMITH, J. (ed.). **Programme and Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium**, 17th-20th July 2006., The Lakelana Conference Centre, Central Science Laboratory, York, UK. 2006b. 60p.

TRIPATHI, L.; ATKINSON, H.; RODERICK, H.; KUBIRIBA, J.; TRIPATHI, J. N. Genetically engineered bananas resistant to *Xanthomonas* wilt disease and nematodes. **Food Energy Secur.**, v.6, p.37–47, 2017.

TRIPATHI, J. N.; LORENZEN, J.; BAHAR, O.; RONALD, P.; TRIPATHI, L. Transgenic expression of the rice Xa21 pattern-recognition receptor in banana (*Musa* sp.) confers resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*. **Plant Biotechnol. J.** 12, 663–673, 2014.

TRIPATHI, L.; MWAKA, H.; TRIPATHI, J. N.; TUSHEMERIRWE, W. Expression of sweet pepper Hrap gene in banana enhances resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*. **Mol. Pathol.**, v.11, p.721–731, 2010.

TRIPATHI, L.; TRIPATHI, J. N.; TUSHEMERIRWE, W. K.; ARINAITWE, G.; KIGGUNDU, A. Transgenic bananas with enhanced resistance against *Xanthomonas wilt* disease. **Acta Hort.**, v. 974, p.81–90, 2013.

TRIPATHI, L.; ODIPIO, J.; TRIPATHI, J. N.; TUSIIME, G. A rapid technique for screening banana cultivars for resistance to *Xanthomonas wilt*. **Eur. J. Plant Pathol.**, v. 121, p.9-19, 2008.

TRIPATHI, L.; TRIPATHI, J. N. Relative susceptibility of banana cultivars to *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*. **Afr. J. Biotechnol.**, v. 8, p.5343–5350, 2009.

TRIPATHI, L.; MWANGI, M.; ABELE, S.; ARITUA, V.; TUSHEMERIRWE, W. n K. and Bandyopadhyay, R. *Xanthomonas wilt* a threat to banana production in East and Central Africa. **Plant Dis.** v.93, p.440–450, 2009.

TRIPATHI, L.; TRIPATHI, J. N.; TUSHEMERIRWE, W. K. BANDYOPADHYAY, R. Development of a semi-selective medium for isolation of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* from banana plants. **Eur. J. Plant Pathol.**, v. 117, p.177–186, 2007.

TURYAGYENDA, L. F.; BLOMME, G.; SSEKIWOKO, F.; MUKASA, H.; EDEN-GREEN, S. J. On-farm assessment of banana bacterial wilt control options. In: SADDLER, G.; ELPHINSTONE, J. ;SMITH, J. (ed.) **Programme and Abstract Book of the 4th International Bacterial Wilt Symposium**, 17th-20th July 2006, The Lakeland Conference Centre, Central Science laboratory, York, UK, 2006. p. 58.

TUSHEMERIRWE, W.; KANGIRE, A.; SSEKIWOKO, F.; OFFORD, L. C.; CROZIER, J.; BOA, E.; RUTHERFORD M.; SMITH J. J. First report of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* on banana in Uganda. **Plant Pathology**, v. 53, p.802 2004.

TUSHEMERIRWE, W. K.; OKAASAI, O.; KUBIRIBA, J.; NANKINGA, C.; MUHANGI, J.; ODOI, N.; OPIO, F. Status of banana bacterial wilt in Uganda. Special issue. Banana Bacterial Wilt in Uganda: a disease that threatens livelihoods. **Afr. Crop Sci. J.** v,14, p.73–82, 2006.

VÉZINA, A.; BERG, I. V. D. **ProMusa**: mobilizing banana science for sustainable livelihoods. Disponível em: <http://www.promusa.org/Xanthomonas+wilt> Acesso em: 26 nov. 2018.

VÉZINA, A.; ROUARD, M. **ProMusa**: mobilizing banana science for sustainable livelihoods. Disponível em: <http://www.promusa.org/Xanthomonas+campestris+pv.+musacearum> Acesso em: 26 nov. 2018.

WASUKIRA, A.; TAYEBWA, J.; THWAITES, R.; PASZKIEWICZ, K.; ARITUA, V.; KUBIRIBA, J.; SMITH, J.; GRANT, M.; STUDHOLME, D. J. Genome-wide sequencing reveals two major sub-lineages in the genetically monomorphic pathogen *Xanthomonas campestris* pathovar *musacearum*. **Genes**, v.3, p.361–377, 2012.

WASUKIRA, A.; COULTER, M.; AL-SOWAYEH, N.; THWAITES, R.; PASZKIEWICZ, K.; KUBIRIBA, J.; SMITH, J.; GRANT, M.; STUDHOLME, D. J. Genome sequencing of *Xanthomonas vasicola* pathovar *vasculorum* reveals variation in plasmids and genes encoding lipopolysaccharide synthesis, Type-IV pilus and Type-III secretion effectors. **Pathogens**, v.3, p.211–237, 2014.

WERE, E., Nakato, G.V., OCIMATI, W.; RAMATHANI, I.; OLAL, S.; BEED, F. The banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), is a potential vector of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum* in bananas. **Can. J. Plant Pathol.**, v.37, p. 427–434, 2015.

XANTHOMONAS vasicola pv. musacearum, 2020. Disponível em: <http://www.promusa.org/Xanthomonas+vasicola+pv.+musacearum>. Acesso em: 26 nov. 2019.

XANTHOMONAS wilt of banana, 2020. Disponível em: <http://www.promusa.org/Xanthomonas+wilt>. Acesso em: 26 nov. 2019.

YIRGOU, D.; BRADBURY J. F. A note on wilt of banana caused by the enset wilt organism *Xanthomonas musacearum*. **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 40, p.111-114, 1974.

YIRGOU, D.; BRADBURY J. F. Bacterial wilt of enset (*Ensete ventricosum*) incited by *Xanthomonas musacearum* sp.n. **Phytopathology**, v.58, p.111-112, 1968.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL